

空間解析の基礎IV ネットワーク分析

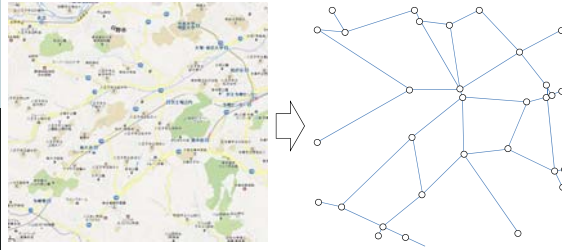
首都大学東京 都市環境学部 自然・文化ツーリズムコース

倉田 陽平

ykurata@tmu.ac.jp



ネットワークのモデル化



結節点のことを□、つながりのことを□という 2

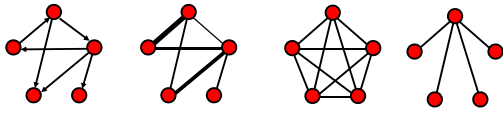
さまざまなネットワーク



3

ネットワークの種類

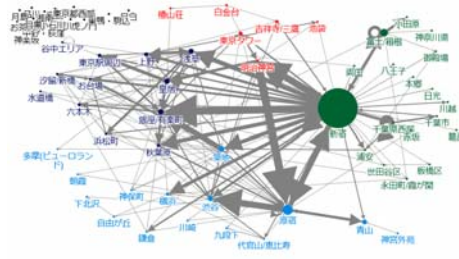
- 有向ネットワーク(directed network)
↔無向ネットワーク(non-directed network)
- 重みつきネットワーク(weighted network)
- 完全ネットワーク(complete network)
- ツリー(tree)



4

先週 紹介したネットワーク

訪日外国人GPS行動調査の結果から作成したエリア間の遷移図
※京王プラザホテル新宿宿泊客のデータ



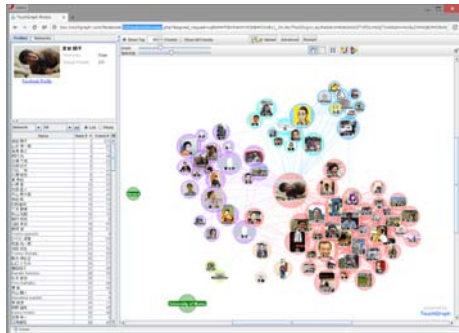
5

今日の授業の目的

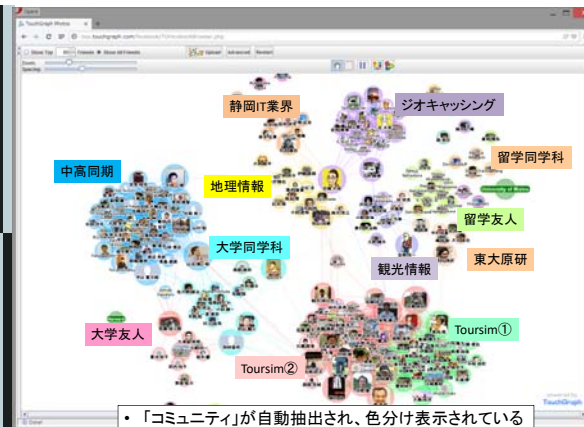
交通網・インターネット・人間関係など、社会のあちこちで登場する「ネットワーク」について、その特徴を分析する手法を学ぶ！



倉田のFacebookの 友達ネットワークを可視化してみた ※今はできない



7



- 「コミュニティ」が自動抽出され、色分け表示されている
- 関係の近いものが近くに配置されている

8



- なぜツーリズムは2グループに分かれたのか？
- なぜ先生方は中央付近に表示されているのか？
- なぜ東先生の顔が大きいのか？

9

ネットワーク分析からわかること

- 各ノードの中心性
- コミュニティ(クラスター)
- 結合度



10

ネットワーク分析でわかること① 中心性

- 各ノードがネットワークの中でどれだけ中心にあるか(重要か)を示す指標
- 様々な算出方法がある

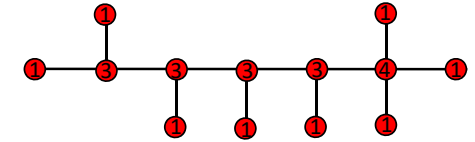


指標	特徴	性質
次数中心性	リンクの数	大きいほど中心
近接中心性	他のノードまでの平均行きやすさ	大きいほど中心(0~1)
媒介中心性	移動を考えたときの要衝度	大きいほど中心(0~1)
ページランク	Googleのアルゴリズム	大きいほど中心

11

中心性指標①: 次数中心性 (Degree Centrality)

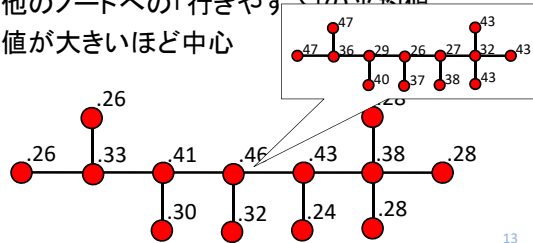
- 「各ノードに接続しているリンクの本数が多いほど中心」とみなす



12

中心性指標②: 近接中心性 (Closeness Centrality)

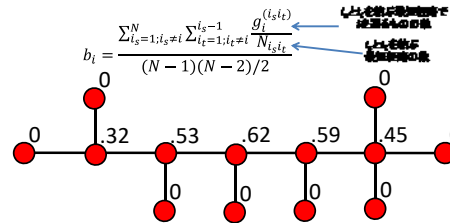
- 近接中心性=(ノード数-1)÷シンベル指数
-シンベル指数:他の各ノードまでのステップ数の合計
- 他のノードへの「行きやすさ」の平均値
- 値が大きいほど中心



13

中心性指標④: 媒介中心性 (Betweenness Centrality)

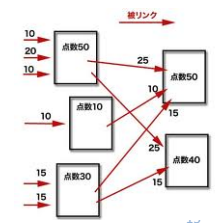
- 注目するノードが、他のノード間の最短経路上に存在する割合
- ネットワークにおける、そのノードの要衝度



14

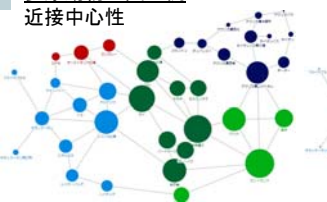
中心性指標⑤: ページランク (Page Rank)

- 有向ネットワークを前提
- 各ノードが重要度に応じて投票権を持つ仕組みを考える
- 投票される量の合計(in)
=各ノードの重要度
=投票する量の合計(out)
- Googleの成功の発端

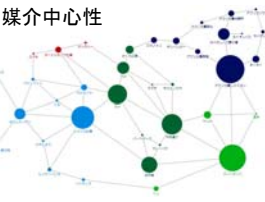


指標	特徴	性質
次数中心性	リンクの数	大きいほど中心
近接中心性	他のノードまでの平均行きやすさ	大きいほど中心(0~1)
媒介中心性	移動を考えたときの要衝度	大きいほど中心(0~1)
ページランク	Googleのアルゴリズム	大きいほど中心

多摩動物公園の例
近接中心性

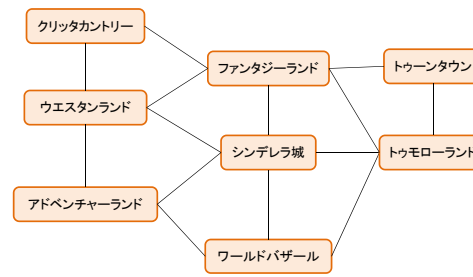


媒介中心性



16

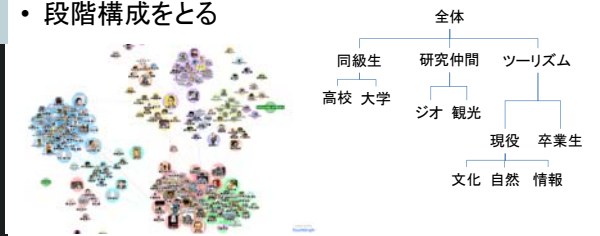
ディズニーランドの中心は?



17

ネットワーク分析でわかること② コミュニティ(クラスター)

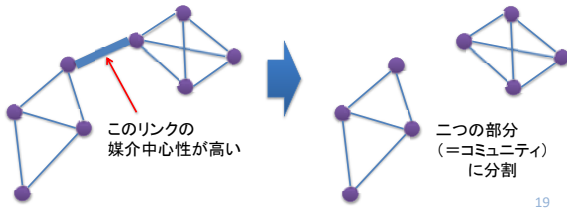
- 内部同士の結合が多く、外との結合が比較的少ない、ネットワークの部分集合
- 段階構成をとる



18

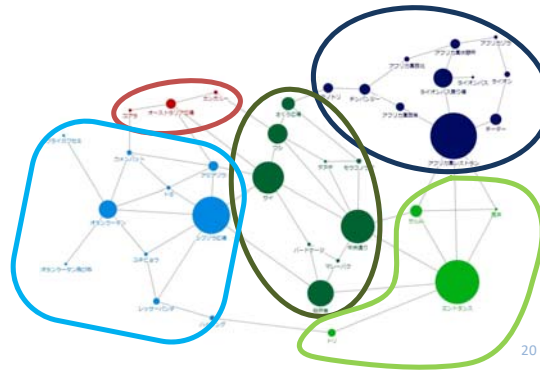
コミュニティの自動算出法: ギルバン-ニューマン法

- 媒介中心性の高いリンクから順に切断
- 切断の結果、独立部分が生じたら、それを「コミュニティ」と考える



19

多摩動物公園のケース

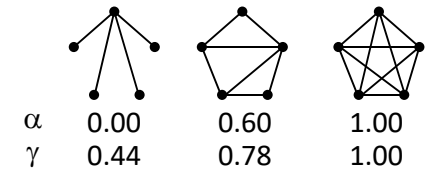


20

ネットワーク分析でわかること③ 結合度

- ネットワークの結びつきの強さを示す

• α 指標 $\alpha = \frac{l-n+p}{2n-5}$ n : ノード数
 l : リンク数
 • γ 指標 $\gamma = \frac{l}{3n-6}$ p : 連結成分数

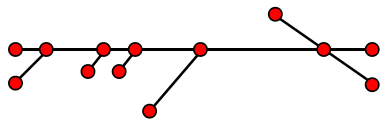


21

結合度指標

- ネットワークの結びつきの強さを示す

• α 指標 $\alpha = \frac{l-n+p}{2n-5}$ n : ノード数 =13
 l : リンク数 =12
 • γ 指標 $\gamma = \frac{l}{3n-6}$ p : 連結成分数 =1



22

ネットワーク分析の観光への応用例

- 交通網分析



- 中心性指標 → 交通 / 観光資源ネットワークの要衝はどこか?
- 結合度指標 → 地域の結びつきは時代順にどう強化されていったか?

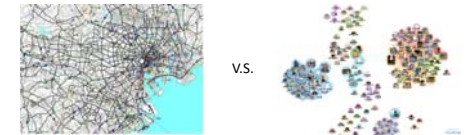
- 組織分析(まちづくり)



- 中心性 → 中心人物は誰か?
- 結合度 → 人間関係は密か?
- どのようなコミュニティが内在しているか?

23

道路網、鉄道網のようなネットワークは他のネットワークと何が違うのか?



24

スモールワールドネットワーク

- 任意の2つのノードが、中間にわずかな数のノードを介するだけで接続されるというような性質のネットワーク
- 代表例: 人のネットワーク
- 「6次の隔たり」

- 道路網は?
- 航空網は?



25

スケールフリーネットワーク

- 大規模なハブ(大量のノードと繋がっているようなノード)が存在するようなネットワーク
- 代表例: インターネット

- 道路網は?
- 航空網は?



<http://internet-map.net/> 26

今日のキーワード

- ネットワークとグラフ
- リンクとノード
- 中心性
- ページランク
- コミュニティ
- 結合度
- スケールフリーネットワーク
- スモールワールドネットワーク



27